

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-202368

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-202368 ]

出 願 人

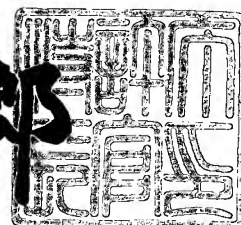
Applicant(s):

ティーディーケイ株式会社

2002年 9月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3073368

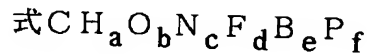
**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** P04289  
**【提出日】** 平成14年 7月11日  
**【あて先】** 特許庁長官殿  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケー株式会社内  
**【氏名】** 中山 正俊  
**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 000003067  
**【氏名又は名称】** ティーディーケー株式会社  
**【代理人】**  
**【識別番号】** 100067817  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 倉内 基弘  
**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100085774  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 風間 弘志  
**【手数料の表示】**  
**【予納台帳番号】** 010733  
**【納付金額】** 21,000円  
**【提出物件の目録】**  
**【物件名】** 明細書 1  
**【物件名】** 図面 1  
**【物件名】** 要約書 1  
**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド、その製造方法及びそれを用いたスライダを有する磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気抵抗効果素子を含むMRヘッド部を備える薄膜磁気ヘッドにおいて、前記MRヘッド部の少なくとも記録媒体に対向する面が原子比で表して



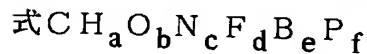
(ここに  $a = 0 \sim 0.7$ 、 $b = 0 \sim 1$ 、 $c = 0 \sim 1$ 、 $d = 0 \sim 1$ 、 $e = 0 \sim 1$ 、及び  $f = 0 \sim 1$ )

で表される組成を有し且つ厚さが  $40 \text{ \AA}$  以下である保護膜を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 保護膜の厚さが  $10 \sim 30 \text{ \AA}$  である請求項 1 の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】  $a = 0.05 \sim 0.7$  である請求項 1 又は 2 の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 薄膜磁気ヘッドの表面に



(ここに  $a = 0 \sim 0.7$ 、 $b = 0 \sim 1$ 、 $c = 0 \sim 1$ 、 $d = 0 \sim 1$ 、 $e = 0 \sim 1$ 、及び  $f = 0 \sim 1$ )

で表される組成を有するダイヤモンド様保護膜を形成されるように調製された気体原料を使用し、薄膜磁気ヘッドの少なくとも記録媒体との対向表面に  $40 \text{ \AA}$  以下の前記保護膜が形成されるまで気相成膜することからなる薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 薄膜磁気ヘッドの表面にダイヤモンド様保護膜を形成する前に、気相エッチングを施す請求項 4 の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 薄膜磁気ヘッドに負のバイアス電圧を印加して気相成膜を実施する請求項 4 又は 5 の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 保護膜の厚さが  $10 \sim 30 \text{ \AA}$  である請求項 4 ～ 6 のいずれか

の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】  $a = 0.05 \sim 0.7$  である請求項 4 ～ 7 のいずれかの薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記請求項 1 の薄膜磁気ヘッドを備えた少なくとも 1 つのスライダを有する磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜磁気ヘッド、その製造方法及びそれを用いたスライダを有する磁気ディスク装置に関し、より詳しくは磁気抵抗効果膜を用いた薄膜磁気ヘッド、その製造方法及びそれを用いたスライダを設けた磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気記録における高密度化が進められている。これに伴い、ハードディスク用のヘッドとして、磁極として軟磁性薄膜を用いる薄膜磁気ヘッドや、記録を誘導型ヘッドで行い、磁気抵抗効果を利用して再生を行う MR ヘッドの開発が盛んに進められている。

【0003】

MR ヘッドは、磁性材料を用いた読み取りセンサー部の抵抗変化により外部磁気信号を読み出すものである。MR ヘッドでは再生出力が記録媒体の磁気信号に依存し記録媒体に対する相対速度に依存しないことから、線記録密度の高い磁気記録においても高い出力が得られるという特徴がある。MR ヘッドでは、分解能を上げ、良好な高周波特性を得るために、通常、磁気抵抗効果膜 (MR 膜) を一対の磁気シールド膜で挟む構成 (シールド型 MR ヘッド) とされる。この場合、MR ヘッドは再生用ヘッドであるため、通常、記録を行うための誘導型ヘッド部を MR ヘッド部と一体化した MR 誘導型複合ヘッドが用いられている。

【0004】

薄膜磁気ヘッドは通常、記録媒体上に空気のベアリング作用で浮上させ、C S S (Contact Start Stop) 方式を採用するものが多く、高速回転する磁気ディスク

上に、通常0.2～2.0  $\mu\text{m}$ 程度の微少浮上量で保持されている。このため、ヘッドクラッシュやCSS摩耗に耐えるための表面強度、耐摩耗性が問題になる。耐摩耗性を向上させる試みも種々なされているが、例えば特開平4-276367号公報に記載されているように、磁気ヘッドスライダのレール上に保護皮膜を設けるといった手法が知られている。しかし、前記保護皮膜はシリコン接着層と水素含有アモルファス炭素膜とを厚さ250 Å以下に形成するものであるが、接着層にシリコンを使用するため強度的に不十分である。また、磁性薄膜磁気ヘッドを構成するアルミナと炭化チタンの焼結体基板、アルミナ絶縁層、パーマロイ、センダスト、窒化鉄等の軟磁性体薄膜などの構造体にこのようなシリコン接着層を設けた場合、薄膜磁気ヘッドと保護皮膜との密着性ないし接着性が不十分であるため、剥離が生じたり、耐摩耗性が十分に得られないといった問題を生じていた。

## 【0005】

また、例えば特許第2571957号公報には酸化物表面に、アモルファスシリコン、アモルファスシリコンカーバイドのバッファ層を設け、さらにその上に炭素または炭素を主成分とする皮膜を設ける点について記載されている。しかし、このようにバッファ層を設けた保護層を薄膜磁気ヘッドに適用しても、耐久性の点で未だ不十分である。また、保護皮膜を設ける工程の他バッファ層製膜工程が必要となり、製造時間や製造コストが増加すると共に、膜厚が厚くなってしまうため、低コスト化、量産性、記録密度の増大に対する要請がますます大きくなるハードディスク用磁気ヘッド分野において極めて不利である。

## 【0006】

一般にシリコン中間層を形成するための工業的方法ではシリコン原子がスパッタされるだけであり、シリコン原子間には化学結合が形成されないため硬度が低く緻密性に欠け、シリコン原子の塊ができやすい。そのため保護膜を薄くすると耐食性及び耐摩耗性(CSS)を満足させることができなかった。すなわち、スパッタ法で形成したシリコンバッファ層の表面に薄いダイヤモンド様炭素膜を形成すると、シリコン同士の化学結合が形成されず、シリコン中間層が緻密性に欠け且つ細かい塊を有するために、ダイヤモンド様炭素膜が単にシリコン中間層を

覆っているだけとなる。従ってダイヤモンド様炭素膜を薄くすると水分等の腐食性ガスがシリコン中間層に容易に透過してこれを腐食し、或いはダイヤモンド様保護膜が容易に剥離される。また薄膜磁気ヘッド側の金属が腐食したりシリコン中に拡散して電気抵抗を変化させ薄膜磁気ヘッドの特性が低下する問題もある。

【0007】

更に、本発明者らは特開平10-289419号公報や特開平10-275308号公報において、薄膜磁気ヘッドの構成部材に対する密着力が強く、耐食性及び耐摩耗性に優れた薄膜磁気ヘッド用保護膜を提供した。すなわち、例えば特開平10-275308号公報では保護膜が $\text{SiC}_X\text{H}_Y\text{O}_Z\text{N}_W$ 〔X、Y、ZおよびWは原子比を表し、 $X=3\sim 26$ 、 $Y=0.5\sim 13$ 、 $Z=0.5\sim 6$ 、 $W=0\sim 6$ である〕で表される組成を有する優れた耐久性を有する薄膜磁気ヘッドを提供した。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

最近では一枚のディスクで80Gps iの容量をもつ記録媒体が使用されるように至っている。このような大容量磁気記録では記録密度を高めるためヘッドと記録媒体とのスペースは小さくする必要があるが、ヘッド上に分厚い保護膜があるとこれがスペーシングロスとなり高密度化に十分対応できていない。

上記の特開平10-275308号公報の保護膜は厚さ約70Å程度であり、これ以上では十分な耐食性と耐摩耗性を発揮できるが、高密度化には保護膜の厚さをできるだけ薄くしてスペーシングを極力低下しなければならないが、これ以下の厚さではSiが含まれているためと思われるが耐食性が満足できず保護膜の厚さを更に薄くすることができなかった。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、従来の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドではダイヤモンド様薄膜による保護膜が単独では十分な耐久性（耐食性及び耐摩耗性）を持たず、中間層を介在させる必要があった点を検討したところ、従来技術では耐食性を増すために70Å以上の比較的厚い膜を使用していたために内部応力が大きくなり、密着性

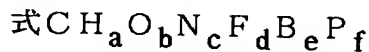
が減じ、そのため Si 含有層のような中間層を介在させなければ所期の耐久性の高い保護膜が得られなかったことが解明できた。このように、70 Å以下の厚さの単一のダイヤモンド様薄膜を試みるという着想は従来存在しなかった。

## 【 0 0 1 0 】

これに対して本発明者はダイヤモンド様薄膜保護膜の厚さを40 Å以下にすれば薄膜磁気ヘッド面への密着性が増し、却って耐食性及び耐摩耗性も従来と遜色のない特性が得られることを見い出した。このように従来ダイヤモンド様保護膜を用いた薄膜磁気ヘッドは中間層を必須としていたのであるが、本発明は中間層を省略してしかも膜厚を40 Å以下、さらには30 Å以下にできる点で、工程数の減少、及びスペーシングロス的大幅な低減を達成することができたものである。

## 【 0 0 1 1 】

すなわち、本発明は磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいて、少なくとも前記ヘッドが記録媒体に接触する面に



(ここに原子比で  $a = 0 \sim 0.7$ 、 $b = 0 \sim 1$ 、 $c = 0 \sim 1$ 、 $d = 0 \sim 1$ 、 $e = 0 \sim 1$ 、及び  $f = 0 \sim 1$ )

で表されるよりなるダイヤモンド様薄膜を保護膜として形成することにより、耐食性と耐摩耗性を高く保持しながら全膜厚を従来の限界であった約70 Åを40 Å、さらには30 Å以下にまで薄くすることを可能にしたものである。

## 【 0 0 1 2 】

本発明では、薄膜磁気ヘッドの少なくとも記録媒体対向面、すなわち浮上面または摺動する面に所定の組成比のアモルファスのダイヤモンド様炭素膜よりなる単一の保護膜を形成する。この保護膜は薄膜磁気ヘッドにDCバイアス電圧、あるいはセルフバイアスを印加し、プラズマCVD法やイオン化蒸着法などの気相成膜法で形成することができる。

## 【 0 0 1 3 】

## 【作用】

このようにして形成された保護膜は耐食性及び耐摩耗性を満足しながら約40

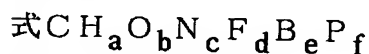
、さらには30 Å以下に形成できるので、MR薄膜磁気ヘッドのスペーシングを減じ、記録の高密度化に対処できる。そしてかかる薄膜化にもかかわらず耐食性及び耐摩耗性が保護膜が70 Å以上のように厚い特開平10-275308号公報等に記載の薄膜磁気ヘッドと遜色がない。

従来のSi中間層を介在した保護膜ではすでに述べた理由で水分等の腐食性気体に対する浸透が十分に防止できないために保護膜の厚さを十分に厚くする必要があったが、本発明の保護膜は従来のものに比して非常に薄いにもかかわらず被保護面に対する密着性がきわめて良いために、腐食性気体に対する浸透が十分に防止でき耐食性が向上するものと思われる。

【0014】

【発明の実施の形態】

保護膜に使用するアモルファスのダイヤモンド様薄膜は



で表される組成を有し、Cを必須とし、原子比で  $a = 0 \sim 0.7$ 、 $b = 0 \sim 1$ 、 $c = 0 \sim 1$ 、 $d = 0 \sim 1$ 、 $e = 0 \sim 1$ 、及び  $f = 0 \sim 1$  である。

炭化水素を原料とするプラズマCVD法、イオン化蒸着法、ECRプラズマCVD等の気相成膜法によれば一般に水素が  $a = 0.05 \sim 0.7$  含有される。しかし、カーボンターゲットを用いて フォローカソード方式 (FCVA)、スパッタ方式等でダイヤモンド様薄膜を形成すれば水素を含まない層を形成することも可能である。

【0015】

ダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜は、ダイヤモンド様炭素膜、i-カーボン膜等と称されることもある。ダイヤモンド状炭素膜については、例えば、特開昭62-145646号公報、同62-145647号公報、New Diamond Forum、第4巻第4号 (昭和63年10月25日発行) 等に記載されている。DLC膜は、上記文献 (New Diamond Forum) に記載されているように、ラマン分光分析において、 $1400 \sim 1700 \text{ cm}^{-1}$  にブロードなラマン散乱スペクトルの山を有し、 $1333 \text{ cm}^{-1}$  に鋭いピークを有するダイヤモンドや、 $1581 \text{ cm}^{-1}$  に鋭いピークを有するグラファイトとは、明らか



に異なった構造を有する物質である。DLC膜のラマン分光分析スペクトルは上記のブロードな山は、炭素および水素以外の上記元素を含有することにより、これから相当程度変動する。DLC膜は、炭素と水素とを主成分とするアモルファス状態の薄膜であって、炭素同士のs p 2及びs p 3結合がランダムに存在することによって形成されている。

#### 【0016】

本発明において、DLC膜の厚さは、通常10Å～40Å、好ましくは15～30Åである。これよりも厚いとMR薄膜磁気ヘッドと記録媒体の間のスペーシングが大きくなるので高密度記録用の薄膜磁気ヘッドとしては好ましくない。

#### 【0017】

次に、本発明の薄膜磁気ヘッドについて説明する。図1は、本発明の薄膜磁気ヘッドの構成例を示した断面概略構成図である。図示例の薄膜磁気ヘッドは、本発明のダイヤモンド様薄膜の保護層1、保護層2、上部磁極層3、ギャップ4、下部磁極層5、絶縁層6、上部シールド層7、MR素子8、下部シールド層9、下地層10、基体11、導電コイル12、及び絶縁層13とを有する。図示例の薄膜磁気ヘッドは再生用のMRヘッド部と記録用の誘導型ヘッド部とを有する、いわゆるMR誘導型複合ヘッドである。ここで、記録用の誘導型ヘッド部は、上部磁極層3と下部磁極層5、およびこれらに挟まれたギャップ4と導電コイル12により構成される。MRヘッド部は上部シールド層7と下部シールド層9、およびこれらに挟まれた絶縁層13とMR素子8により構成されている。そして、図示例では誘導型ヘッド部がいわゆるトレーリング側であり、MRヘッド部がリーディング側である。かかる構成は公知であり、例えば特開平10-275308号公報等を参照されたい。

そして、これらの構造物が積層された薄膜磁気ヘッド素体の少なくとも走行面または摺動する面、つまり磁気記録媒体（磁気ディスク）と対向する面（図では左側の紙面と垂直な面）に本発明の保護層1が形成される。

なお、図1ではMR誘導型複合ヘッドの例を示したが、MR素子8に代えてより感度の高いGMR（Giant Magnetoresistive）構造、TMR（Tunneling Junction Magnetoresistive）構造、CPP（Current Perpendicular Plane）構造

を用いることも可能である。

【 0 0 1 8 】

図 2 は磁気ディスク装置の全体図であり、駆動部に複数の磁気ヘッド装置を支持し、それらのアーム部先端に薄膜磁気ヘッドを備えたスライダを取り付けたものである。図 3 は薄膜磁気ヘッドを備えるスライダの斜視図であり、スライダのトレーリング側（空気流出端）に MR ヘッドを備える。

この形態は C S S (contact start-stop) 動作方式と呼ばれる方式の磁気ディスク装置を例示して説明するものとする。図 2 のようにこの磁気ディスク装置は、複数の磁気記録媒体 2 1 と、これらの磁気記録媒体 2 1 の各面に対応して配設された複数の磁気ヘッド装置 2 2 とを備えている。磁気記録媒体 2 1 は、筐体 2 3 に固定されたスピンドルモータ 2 4 により回転するようになっている。磁気ヘッド装置 2 2 は、筐体 2 3 に固定された固定軸 2 5 にベアリング 2 6 を介して回動可能なように取り付けられている。ここでは複数の磁気ヘッド装置 2 2 が共通のベアリング 2 6 を介して固定軸 2 5 に取り付けられており、これにより、複数の磁気ヘッド装置 2 2 が一体となって回動するようになっているものとする。磁気ヘッド装置 2 2 の先端側には磁気ヘッドスライダ 2 7 が取り付けられている。また、この磁気ディスク装置は、磁気ヘッド装置 2 2 の他方の後端側に、磁気記録媒体 2 1 のトラック上におけるスライダ 2 7 の位置決めを行うための駆動部 2 8 を備えている。駆動部 2 8 は、固定軸 2 5 を中心として磁気ヘッド装置 2 2 を回動させるものであり、これによりスライダ 2 7 は、磁気記録媒体 1 の径方向に移動可能となっている。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、図 2 に示したスライダ 2 7 の拡大斜視図である。スライダ 2 7 は例えばアルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) よりなり、ほぼ六面体状に形成された基体 1 0 0 を有している。そのうちの磁気記録媒体 2 1 に対向する面が、記録媒体対向面あるいはエアベアリング面 (ABS: Air Bearing Surface) 2 9 である。図 3 に示したように、スライダ 2 7 の ABS 2 9 に直交する一側面には薄膜磁気ヘッド 3 0 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

続いて、このように構成された磁気ディスク装置による記録・再生の動作について、図2を参照して説明する。CSS動作方式の場合、磁気ディスク装置が動作していない時、すなわち、スピンドルモータ24が停止しており磁気記録媒体21が回転していない状態においては、スライダ27のABS29と磁気記録媒体21とを接触させておく。記録・再生動作を行う際には、スピンドルモータ24により磁気記録媒体21を高速回転させる。磁気記録媒体21が高速回転すると空気流が発生し、揚力が生まれる。スライダ27を、この揚力によって磁気記録媒体21の表面から浮上させると共に、駆動部28により、この磁気記録媒体21の表面に対して水平方向に相対的に移動させる。この際、スライダ27の一面に形成された薄膜磁気ヘッド30によって記録・再生を行うのである。

#### 【0021】

##### 保護膜の製造

ダイヤモンド様炭素膜（以下DLC）は、プラズマCVD法、イオン化蒸着法、フォローカソード法、ECRプラズマCVD法等により形成できるほか、スパッタ法でも形成することができる。

DLC膜をプラズマCVD法により形成する場合、例えば特開平4-41672号公報等に記載されている方法により成膜することができる。プラズマCVD法におけるプラズマは、直流、交流のいずれであってもよいが、交流を用いることが好ましい。交流としては数ヘルツからマイクロ波まで使用可能である。また、ダイヤモンド薄膜技術（総合技術センター発行）などに記載されているECRプラズマも使用可能である。また、バイアス電圧を印加してもよい。

#### 【0022】

DLC膜をプラズマCVD法により形成する場合、原料ガスには、下記化合物を使用することが好ましい。

CおよびHを含有する化合物として、メタン、エタン、プロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン、エチレン、プロピレン等の炭化水素が挙げられる。

C+H+Oを含む化合物としては、 $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{HCHO}$ 、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 等がある。

C+H+Nを含む化合物としては、シアン化アンモニウム、シアン化水素、モ

ノメチルアミン、ジメチルアミン、アリルアミン、アニリン、ジエチルアミン、アセトニトリル、アゾイソブタン、ジアリルアミン、エチルアミン、MMH、DMH、トリアリルアミン、トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリフェニルアミン等がある。

この他、上記の化合物、O源あるいはON源、N源、H源、F源、B源、P源等とを組み合わせてもよい。

#### 【0023】

O源として $O_2$ 、 $O_3$ 等、C+O源としてCO、 $CO_2$ 等、H源として $H_2$ 等、H+O源として $H_2O$ 等、N源として $N_2$ 、N+H源として $NH_3$ 等、N+O源として、NO、 $NO_2$ 、 $N_2O$ など $NO_x$ で表示できるNとOの化合物等、N+C源として、 $(CN)_2$ 等、N+H+F源として、 $NH_4F$ 等、O+F源として、 $O_2+F_2$ 等を用いてもよい。

#### 【0024】

上記原料ガスの流量は原料ガスの種類に応じて適宜決定すればよい。動作圧力は、通常、 $1 \sim 70$  Pa、投入電力は、通常、 $10$  W $\sim 5$  kW程度が好ましい。

#### 【0025】

DLC膜は、イオン化蒸着法により形成してもよい。イオン化蒸着法は、例えば特開昭59-174508号公報等に記載されている。ただし、これらに開示された方法、装置に限られるものではなく、原料用イオン化ガスの加速が可能であれば他の方式のイオン蒸着技術を用いてもよい。この場合の装置の好ましい例としては、例えば、特開昭59-174508号公報に記載されたイオン直進型またはイオン偏向型のものを用いることができる。

#### 【0026】

イオン化蒸着法においては、真空容器内を $10^{-4}$  Pa程度までの高真空とする。この真空容器内には交流電源によって加熱されて熱電子を発生するフィラメントが設けられ、このフィラメントを取り囲んで対電極が配置され、フィラメントとの間に電圧Vdを与える。また、フィラメント、対電極を取り囲んでイオン化ガス閉じこめ用の磁界を発生する電磁コイルが配置されている。原料ガスはフィラメントからの熱電子と衝突して、プラスの熱分解イオンと電子を生じ、このプ

ラスイオンはグリッドに印加された負電位  $V_a$  により加速される。この  $V_d$ 、 $V_a$  およびコイルの磁界を調整することにより、組成や膜質を変えることができる。また、バイアス電圧を印加してもよい。

## 【0027】

DLC膜をイオン化蒸着法により形成する場合、原料ガスには、プラズマCVD法と同様のものを用いればよい。上記原料ガスの流量はその種類に応じて適宜決定すればよい。動作圧力は、通常  $1 \sim 70 \text{ Pa}$  程度が好ましい。

## 【0028】

DLC膜は、スパッタ法により形成することもできる。この場合、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Kr}$  等のスパッタ用のスパッタガスに加えて、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$ 等のガスを反応性ガスとして導入すると共に、 $\text{C}$ をターゲットとしたり、 $\text{C}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{O}$ 等を含む混成ターゲット或いは2以上のターゲットを用いてもよい。また、ポリマーをターゲットとして用いることも可能である。このようなターゲットを用いて高周波電力、交流電力、直流電力のいずれかを印加し、ターゲットをスパッタし、これを基板上にスパッタ堆積させることによりDLC膜を形成する。高周波スパッタ電力は、通常、 $50 \text{ W} \sim 2 \text{ kW}$ 程度である。動作圧力は、通常、 $10^{-3} \sim 0.1 \text{ Pa}$ が好ましい。

## 【0029】

このようなターゲットを用いて高周波電力を加え、ターゲットをスパッタし、薄膜磁気ヘッドの所定の面にスパッタ堆積させることにより保護膜を形成する。なお、この場合も基板ないし薄膜磁気ヘッドに加えるバイアスは負のバイアス電圧を印加する。バイアス電圧は、直流が好ましい。また、バイアス電圧を印加せずにセルフバイアスを利用してもよい。上記のバイアス電圧は、好ましくは  $-10 \sim -2000 \text{ V}$  であり、より好ましくは  $-50 \sim -1000 \text{ V}$  である。高周波スパッタ電力は、通常  $50 \text{ W} \sim 2 \text{ kW}$ 程度である。動作圧力は、通常  $0.0013 \sim 0.13 \text{ Pa}$ が好ましい。

## 【0030】

ダイヤモンド様保護膜の成膜に先立って、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Kr}$ 等のガスを用いて薄膜磁気ヘッドの所定の表面を気相エッチングし、表面層を浄化することが望ましい。

エッチングにより薄膜磁気ヘッドの表面に微細な凹凸ができることによりアンカー効果がえられ、より良好な密着性を得ることができる。例えば上記のイオン化蒸着法において成膜ガスの導入に先立ってArガスを導入し薄膜磁気ヘッドの所定面をエッチングすればよい。

【 0 0 3 1 】

### 【実施例】

#### 実施例の保護膜の成膜

##### DLCの成膜法

薄膜磁気ヘッドの記録媒体との接触面（Arでエッチングを行ったものは実施例1～3、行わないものは実施例4）の上に、DLC1及びDLC2膜を自己バイアスRFプラズマCVD法により次の条件で成膜した。

##### DLC1

原料ガス： $C_2H_4$  ( $0.017 Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$ )

電源：RF

動作圧： $66.5 Pa$

投入電力： $500 W$

成膜レート： $100 nm/min$

膜組成： $CH_{0.21}$

膜厚： $25 \text{ \AA}$

##### DLC2

原料ガス： $C_2H_4$ と $N_2$  ( $0.085 Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$ )

電源：RF

動作圧： $66.5 Pa$

投入電力： $500 W$

成膜レート： $100 nm/min$

膜組成： $CH_{0.25}O_{0.03}N_{0.08}$

膜厚： $15 \text{ \AA}$

##### DLC3

DLC3膜はホローカソード法により成膜した。

膜組成は炭素単一であり、膜厚 2 0 Åであった。

これらの結果を表 1 に示す。

#### 【 0 0 3 2 】

##### 比較例の保護膜の成膜

###### 比較例 1 ～ 2

比較のため薄膜磁気ヘッドの走行面に下層に Si のスパッタによる成膜を 1 5 ～ 2 5 Åの厚さが得られるまで行った。

その上に上記 DLC 1 および DLC 2 を表 1 に示した組み合わせ及び厚さで成膜した。

#### 【 0 0 3 3 】

###### 比較例 3 ～ 5

他の比較例として上に挙げた公知例の Si、C および H を含む化合物の原料ガスとして、Si (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub> と、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> とをそれぞれ流量 8 SCCM と、2 0 SCCM にて導入した。プラズマ発生用の交流として RF 5 0 0 W を加え、動作圧力 6 . 6 6 Pa で、MR 薄膜磁気ヘッドの走行面に、セルフバイアス - 4 0 0 V にて 3 0 Å、5 0 Å 及び 7 0 Å に成膜した。

#### 【 0 0 3 4 】

これらの結果を表 1 に示す。ここに CSS はスタート / ストップを 1 0 0 × 1 0<sup>4</sup> 回行い読み取り不良が発生した不良個数 ( 1 0 0 0 個当たり ) を 1 0 0 回の試験で平均した値である。

また耐食性は、加速試験として試料を 8 0 ℃ に加熱した純水に 4 8 時間浸漬後に、読み取り不良が発生した不良個数 ( 1 0 0 0 個当たり ) を 1 0 0 回の試験で平均した値である。

#### 【 0 0 3 5 】

【表 1】

表1							
	下層		上層		保護膜全厚	CSS	耐食性
	膜組成	膜厚(Å)	膜組成	膜厚(Å)	(Å)	不良個数	不良個数
実施例1		0	DLC1	25	25	3	4
2		0	DLC1	20	20	4	4
3		0	DLC2	10	10	5	6
4		0	DLC1	30	30	4	3
比較例1	Siスパッタ	15	DLC1	15	30	68	192
2	Siスパッタ	25	DLC2	25	50	9	113
3		0	SiCH	30	30	8	58
4		0	SiCH	50	50	6	31
5		0	SiCH	70	70	3	2

【 0 0 3 6 】

## 【発明の効果】

表1の結果をみると、比較例1～2のSiスパッタによる下層を形成した場合、DLC薄膜の厚さが25Åでも耐久性及び耐食性が十分でない。これは先に説明したようにSiがスパッタ時に微小な塊を形成し易いためと考えられる。また $SiC_xH_yO_zN_w$ 層単独でも膜厚が50Åでは耐食性が不十分であり文献に記載されているように70Åを必要とする。一方30Åでは耐久性及び耐食性が大きく低下する。

これに対して本発明の実施例ではDLC膜単独でも耐久性及び耐食性が十分に大きく、膜厚40Å、さらには30Å以下でもMRヘッドの保護膜として使用が可能となるため、スペーシングロスが大幅に低下し、そのため記録密度が非常に高い記録媒体に対して十分使用できることが分かる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明によるMR薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

## 【図 2】

本発明によるMR薄膜磁気ヘッドが使用される磁気ヘッド装置を備えた磁気デ



イスク装置を示す斜視図である。

【図 3】

図 2 のスライダ部分の拡大斜視図である。

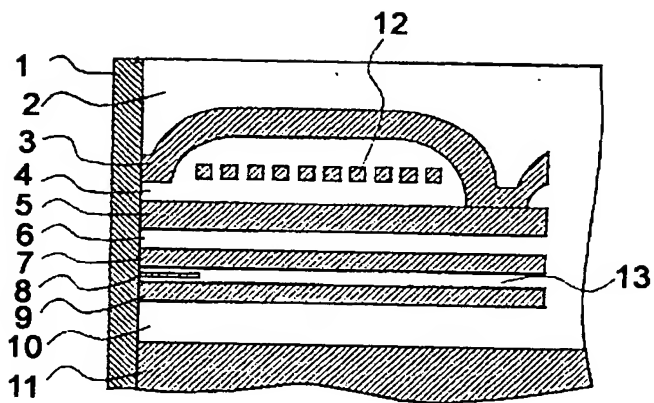
【符号の説明】

- 2 保護層
- 3 上部磁極層
- 4 ギャップ
- 5 下部磁極層
- 6 絶縁層
- 7 上部シールド層
- 8 MR素子
- 9 下部シールド層
- 10 下地層
- 11 基体
- 12 導電コイル
- 13 絶縁層
- 21 磁気記録媒体
- 22 磁気ヘッド装置
  - 22A スライダ支持部
  - 22B アーム部
  - 22C スライダ
- 23 筐体
- 24 スピンドルモータ
- 25 固定軸
- 26 ベアリング
- 27 スライダ
- 28 駆動部
- 29 記録媒体対向面
- 30 薄膜磁気ヘッド

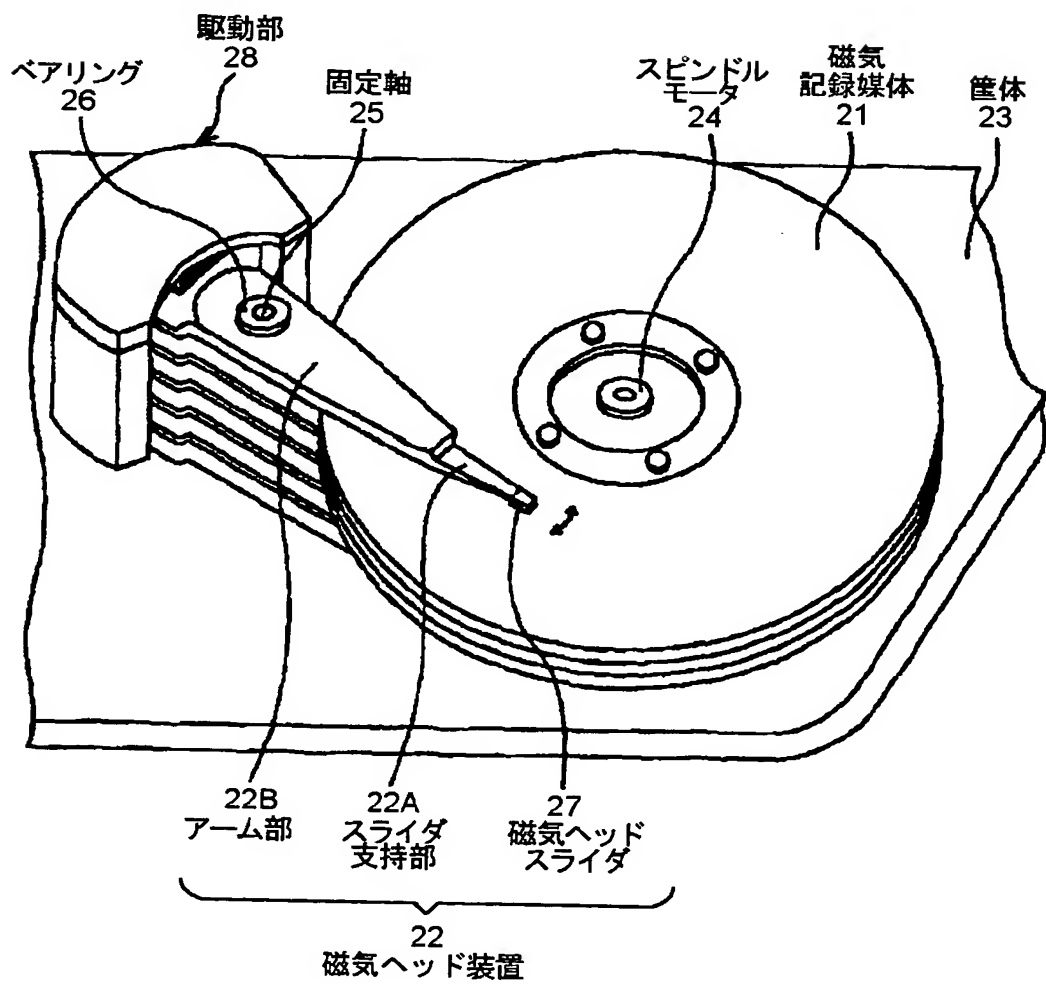
1 0 0 基体

【書類名】 図面

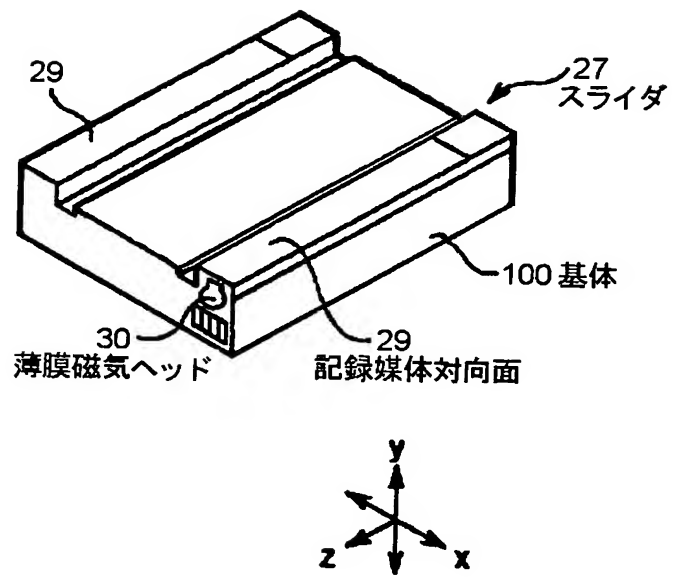
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大容量磁気記録媒体では記録密度に対応できるMR薄膜磁気ヘッドを保護膜の膜厚を40Å程度以下に薄くしてスペーシングロスを大幅に減じることにより高密度化に対応するにあたり耐食性の問題を解決する。

【解決手段】 磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいて、少なくとも前記ヘッドが記録媒体に接触する面に原子比で表して式 $\text{CH}_a\text{O}_b\text{N}_c\text{F}_d\text{B}_e\text{P}_f$ （ここに $a=0\sim0.7$ 、 $b=0\sim1$ 、 $c=0\sim1$ 、 $d=0\sim1$ 、 $e=0\sim1$ 、及び $f=0\sim1$ ）で表される組成を有するダイヤモンド様薄膜の上層とが形成され厚さが40Å以下である薄膜ヘッド、その製造法及びそれを用いた磁気ヘッド装置。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社